

C05

The petrophysical justification for interpretation of data measurements by complex of different depth geoelectrical methods

N.A. Golikov* (Trofimuk Inst. of Petroleum, Geology & Geophysics), I. Yeltsov (Trofimuk Inst. of Petroleum, Geology & Geophysics), S. Bortnikova (Trofimuk Inst. of Petroleum, Geology & Geophysics) & G. Nesterova (Trofimuk Inst. of Petroleum, Geology & Geophysics)

Петрофизическое обоснование интерпретации данных измерений комплексом разномглубинных методов геоэлектрики

SUMMARY

The establishment of correlations between petrophysical properties, measured on cores of active volcanoes of the Kuril ridge, a chemical composition of porous solutions and the fields of electrical resistivity, received at interpretation of land measurements by a complex of different depths geoelectrical methods. The received ratios it is planned to use for creation of geoelectrical model of active hydrothermal systems on the main floors of their formation (subsurface, average and deep)

ПЕТРОФИЗИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ КОМПЛЕКСОМ РАЗНОГЛУБИННЫХ МЕТОДОВ ГЕОЭЛЕКТРИКИ

*Голиков Н.А. * (ИНГГ СО РАН), Ельцов И.Н. (ИНГГ СО РАН), Бортникова С.Б. (ИНГГ СО РАН), Нестерова Г.В. (ИНГГ СО РАН)*

Задачей является установление взаимосвязей между петрофизическими свойствами пород, измеренных на кернах пород активных вулканов Курильской гряды, химическим составом поровых растворов и полями УЭС, полученных при интерпретации наземных измерений комплексом разноглубинных методов геоэлектрики. Полученные соотношения планируется использовать для построения геоэлектрической модели активных гидротермальных систем на основных этапах их формирования (приповерхностном, среднем и глубинном)

На активных вулканах Курило-Камчатского региона: Мутновский, Эбеко и Карымский были проведены измерения методами многочастотного электромагнитного сканирования (ЭМС; глубинность до 10 м), электротомографии на постоянном токе (СКАЛА; глубинность до 200 м), методом становления поля (PFENIX; глубинность до 5 км) и магнитотеллурического зондирования (МТЗ; глубинность до 200 км). На рис. 1 представлен результат интерпретации (ЧЗ - программный пакет ISystem (ИНГГ СО РАН), данные ВЭЗ, МП и МТЗ - программы компании Geotomo Software, Phoenix, WL MTU. [3]. Количественное описание электрофизической зональности подповерхностного пространства гидротермальных полей даёт возможность детального описания структуры резервуаров гидротермальных флюидов и путей их транспорта. Было проведено исследование петрофизических свойств образцов вулканических пород, отобранных вдоль профилей электрических наблюдений, и насыщающих их флюидов. Между ионной композицией флюидов, минеральным составом скелета горной породы и электрофизическими свойствами давно установлены эмпирические связи, которые широко используются в нефтегазовой геофизике и этот подход был распространён на случай горных пород вулканических построек. Поскольку электрофизические свойства в значительной степени зависят от температуры, на месте (in situ), были измерены характеристики термальных полей.

Вулканогенные породы [1, 2], претерпевшие гидротермальные преобразования, обладают специфическим комплексом петрофизических свойств. Кальдера Головнина находится на юге острова Кунашир, ее диаметр более 10 км в основании и 4.5 км по гребню. Стенки кальдеры сложены в основном туфогенно-осадочными образованиями. В центре кальдеры расположено несколько экстрезивных куполов андезидацитового состава. В настоящее время активность проявлена действием нескольких фумарольных полей. В центральной части кальдеры по берегам оз. Кипящее опробованы коренные обнажения экстрезивных куполов Центральный Восточный и Центральный Западный и в различной степени измененные породы термальных площадок.

Исследование петрофизических свойств образцов проводилось по стандартным и общепринятым методикам, модифицированным с учетом объекта. Выполнен следующий комплекс анализов:

- 1) Пористость методом водонасыщения
- 2) Объемная и минералогическая плотности
- 3) Абсолютная проницаемость по газу
- 4) УЭС при естественном насыщении
- 5) УЭС при искусственном насыщении раствором с минерализацией 6 г/л
- 6) Изменение УЭС при повышении температуры 20 до 70°C

Кроме петрофизических измерений проводилось литолого-петрографическое исследование пород в шлифах с целью выявления изменений минерального состава и поровой структуры пород [5].

Проведенные исследования показали, что физические свойства пород зависят от их текстурно-структурных характеристик и состава. Обломочные породы (туфы и туфобрекчии) имеют более высокую пористость и проницаемость и низкую плотность и УЭС. Массивные породы (в нашем случае свежие андезидациты) обычно менее пористые и имеют наиболее высокие значения УЭС.

Ниже приведены основные результаты проведенных исследований.

Таблица

Петрофизические характеристики вулканогенных пород						
№ п/п	№ обр	Кпр, мД	Кп, %	Плотность, г/см ³		УЭС, Ом*м
				объем	мин	
Свежие андезидациты						
1	Кн-10	1728	33.41	1.76	2.64	18.4
2	Кн-11	17	14.08	2.25	2.62	53.48
3	Кн-14	16	19.1	2.13	2.64	46.33
Слабоизмененные андезидациты						
4	Кн-19	397	32.79	1.76	2.61	11.21
Сильноизмененные андезидациты						
5	Кн-16	39	38.51	1.32	2.15	12.2
6	Кн-15	9	34.77	1.45	2.23	7.2
Туфы						
7	Кн-17	2069	61.36	1.07	2.8	3.84
8	Кн-18	334	50.78	1.34	2.72	9.34

Проницаемость напрямую не зависит от пористости и осложнена метасоматической переработкой, которая приводит к изменению структуры порового пространства, что, в свою очередь, влияет на проницаемость пород.

О поведении зависимости УЭС (Кп) для изученных пород ввиду небольшого количества образцов однозначного вывода сделать нельзя. Тем не менее, на рисунке 2 можно видеть, что падение УЭС сопровождается ростом пористости в ряду пород свежие андезидациты – измененные андезидациты – туфы. В целом точки ложатся на одну кривую с показателем степени -1.74, что характерно для терригенных пород.

Все активные вулканы Курило-Камчатского региона характеризуются наличием термальных источников и фумарол с контрастными физико-химическими параметрами, разброс концентрации основных и микроэлементов может составлять 5-7 порядков. На рис. 4 приведён минеральный состав для одной из проб (СМ-1/07). Для определения УЭС по концентрации солей и температуре раствора был произведён пересчёт концентраций в эффективную концентрацию NaCl.

Получены зависимости между геоэлектрическими и геохимическими параметрами среды на основании комплексного полевого картирования и лабораторного анализа[6,7,8]. Общая закономерность будет получена экспериментальным лабораторным моделированием с использованием отобранного геологического и геохимического материала.

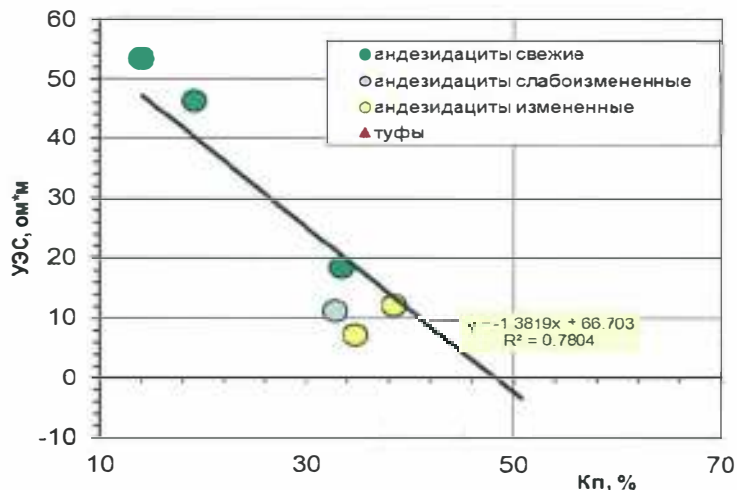


Рисунок 1 Зависимость УЭС образцов от пористости.

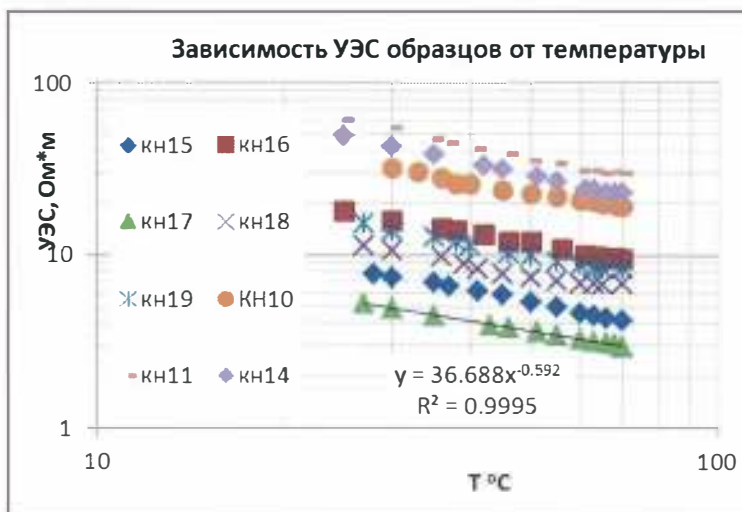


Рисунок 2 Зависимость УЭС образцов от температуры.



Рисунок 3 Минеральный состав проб поровых растворов и растворов котлов.

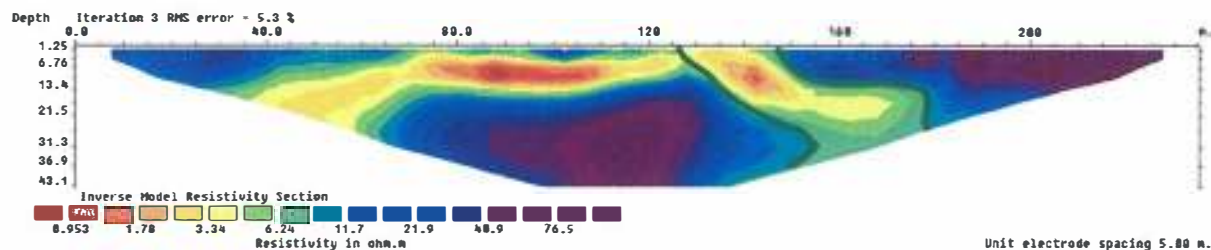


Рисунок 4 Профиль УЭС.

Литература

1. Фролова Ю.В., Ладыгин В.М. Петрофизические преобразования пород Мутновского вулканического района (Южная Камчатка) под воздействием гидротермальных процессов // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. – 2008. – №1 (выпуск 11) . – С.158-170.
2. Бессонова Е. П., Гора М. П., Шевко А. Я., Чудненко К. В., Черепанова В. К. Оценка динамики изменения физических характеристик гидротермально измененного разреза по данным неизотермического физико-химического моделирования (на примере в. Мутновский) // Физика земли. – 2011. – № 6. – С. 57–68
3. Манштейн, А.К. Панин Г.Л. Тикунов С.Ю. Аппаратура частотного электромагнитного зондирования «ЭМС» // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 49. – № 6. – С. 571-579.
4. Панин, Г.Л. Т.А.Котенко, Л. В. Котенко, Ю.Г.Карин. Геофизико-геохимические исследования термальных полей вулкана Эбеко (о. Парамушир) // Литосфера. – 2010. – Т. 3. – С.171-176.
5. Голиков Н.А., Шевко А.Я., Гора М.П. Бессонова Е.П. Петрофизические свойства вулканогенных пород разной степени гидротермального изменения в областях активного вулканизма (на примере вулкана Головнина) // VIII Международный научный конгресс «ГеоСибирь-2012» . – Новосибирск, 10-20 апреля 2012 г. – С. 183-187.
6. Ельцов И.Н., Кашеваров А.А., Эпов М.И. Обобщение формулы Арчи и типы радиального распределения удельного электрического сопротивления в прискважинной зоне // Геофизический вестник. – 2004. – №7. – С. 9-14.
7. Нестерова Г.В. Математические модели электропроводности двухкомпонентных сред и формула Арчи (по материалам публикаций) // Каротажник. – 2008. – № 10. – С. 81-101.
8. Бортникова С.П., Ельцов И.Н., Панин Г.Л. Нестерова Г.В., Ковбасов К.В. Электропроводность вулканических образований по результатам электротомографии и петрофизическим оценкам // Тезисы докладов научной конференции, посвящённой 65-летию Института морской геологии и геофизики ДВО РАН «Геодинамические процессы и природные катастрофы в Дальневосточном регионе» . – Южно-Сахалинск, 26-30 сентября 2011 г. – С. 9-10.

Работа выполнена при поддержке гранта компании ОПТЭК 2012 г., Интеграционного проекта СОРАН №